

Puzzleteile für kosmische Rätsel

Sie untersuchen äußerst exotische Atomkerne, um die Entstehung schwerer Elemente besser zu verstehen. Nun haben Forscher der TU Darmstadt eine Erklärung für die kurzzeitige Existenz des so genannten Tetraneutrons und Indizien, die helfen könnten, ein wichtiges Rätsel der Neutronensterne zu lösen.

— Von Christian Meier

Robert Roth studierte Physik, weil ihn Astronomie begeisterte, die größten Dinge also: Sterne, Galaxien, das Universum. Nun erforscht der Professor am Institut für Kernphysik der TU Darmstadt sehr viel Kleineres: Atomkerne und ihre Bausteine. Besonders interessieren ihn äußerst exotische Kerne, über die sein Team zusammen mit Forschern aus Russland und den USA nun zwei Arbeiten publiziert hat.

Extrem groß und extrem klein: Für Roth kein Widerspruch, vielmehr bedinge sich das Wissen über beides gegenseitig, meint der Forscher. Denn Sterne sind die Brutstätten der Atomkerne und damit der Elemente und umgekehrt beeinflussen die Eigenschaften der Atomkerne das Leben der Sterne.

Es gibt noch viel zu lernen. „Wir wissen nicht, wie das Gold entstand, das viele Menschen am Ringfinger tragen“, sagt der theoretische Physiker. Zwar ist bekannt, dass Atomkerne im Innern von Sternen durch die so genannte Kernfusion entstehen, bei der Protonen und Neutronen

verschmelzen. Doch schwerere Elemente als Eisen, etwa Blei oder Gold, können so nicht gebildet werden.

Nur kosmische Katastrophen, Supernovaexplosionen oder Kollisionen von so genannten Neutronensternen erzeugen die notwendigen Bedingungen. „Dabei werden sehr viele Neutronen frei“, sagt Roth. Diese sind wie ein Rohstoff für neue Atomkerne. Denn die entstehenden Kerne müssen binnen Bruchteilen von Millisekunden immer neue Neutronen einfangen. Wenn dies zu langsam geschieht, zerfallen instabile Zwischenprodukte, bevor sie zu stabilen Atomkernen, wie etwa Blei oder Gold, anwachsen können. „Wir müssen wissen, wie unter solch extremen Bedingungen Neutronen mit anderen Neutronen wechselwirken“, sagt der Physiker.

Sein Darmstädter Team geht neue Wege. Es simuliert zum Beispiel mit dem Lichtenberg-Hochleistungsrechner an der TU Darmstadt höchst exotische Kerne, das „Tetraneutron“ etwa, das aus nur vier Neutronen besteht. Weil Neutronen sich nur sehr schwach anziehen, sollte so ein Gebilde gleich wieder auseinanderfallen. Jüngst zeigten Experimente Hinweise auf kurzzeitige Existenz des Tetraneutrons. „Unsere Rechnungen liefern eine mögliche Erklärung dafür“, sagt Roth. Die Forscher haben dafür erstmals in den ohnehin komplexen

quantentheoretischen Methoden auch noch den Zerfall des Tetraneutrons berücksichtigt. So fanden die Forscher, dass eine so genannte Resonanz die vier Neutronen für eine unvorstellbar kurze Zeit (ein Milliardstel Milliardstel einer Zehntausendstel Sekunde) zusammenhält. „Das Tetraneutron kann also existieren“, resümiert Roth. Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Sonderforschungsbereichs 1245 laufen diese Untersuchungen weiter. Dazu gehören auch neue Experimente in Japan, durchgeführt von der experimentellen Gruppe um Professor Thomas Aumann, die das Tetraneutron zweifelsfrei nachweisen sollen.

Unterdessen untersucht Roths Team noch exotischere Atomkerne, die neben Neutronen und Protonen auch so genannte Hyperonen enthalten, weshalb man sie Hyperkerne nennt. Hyperonen enthalten ein so genanntes Strange-Quark, das Protonen oder Neutronen fehlt. „Wir haben Indizien gefunden, die zur Lösung des so genannten Hyperon-Rätsels beitragen“, sagt Roth. In Neutronensternen, die mehr als doppelt soviel Masse haben können wie die Sonne, müssten sich eigentlich Hyperonen bilden. Doch dann könnten so schwere Neutronensterne nicht existieren. Tun sie aber.

Es kann gut sein, dass Robert Roth und sein Team ein Rätsel über diese Himmelskörper lösen, indem sie deren winzigste Bausteine besser verstehen.

Der Autor ist Wissenschaftsjournalist und promovierter Physiker.



Abbildung: Katrin Binner

Physik-Professor Robert Roth

Publikationen:

Shirokov, A.M. et al: Physical Review Letters, 117, 182502 (2016).
Wirth, R., Roth, R.: Physical Review Letters, 117, 182501 (2016).